

Métricas em Ciência Aberta

Metrics for Open Science

Ivan L. M. RICARTE. Universidade Estadual de Campinas, Limeira, Brasil.
(ricarte@unicamp.br)

Resumo

Métricas são cotidianamente utilizadas para avaliar e comparar grandezas de distintas naturezas. Em medidas básicas, como distâncias expressas em metros e períodos de tempos expressos em minutos, ou em situações envolvendo múltiplas variáveis, como a decisão de uma instituição financeira em oferecer crédito a um cliente, as métricas estão presentes nas mais diversas avaliações e tomadas de decisão.

Em ciência não é diferente. Toda a pesquisa científica é constantemente avaliada, seja na fase de concepção, durante a busca por financiamento, seja na divulgação de seus resultados, por meio das publicações em revistas científicas. Pesquisadores também são constantemente avaliados, em solicitações de auxílio, em concursos ou em avaliações para promoção.

A avaliação da ciência tem sido focada nas publicações dos resultados de pesquisa. Inicialmente era usual ter como métrica a simples quantidade de publicações de um pesquisador. Desde o advento da tecnologia que permitiu registrar e processar as citações em artigos científicos, contabilizar a quantidade de citações atribuídas a cada artigo, tornou-se a base para um amplo elenco de indicadores para avaliar a relevância de pesquisas, de pesquisadores, de revistas científicas, de instituições e até de países.

Assim como o próprio modelo de ciência, as métricas para avaliação de pesquisas com base na contagem de publicações e de citações têm sido alvo de críticas. Em relação à contagem de publicações, questionamentos são colocados em virtude do surgimento de revistas científicas «predadoras» e por práticas como fatiar resultados de pesquisa até a menor unidade publicável. No que se refere à utilização de citações, não é claro que toda a referência a um outro trabalho de pesquisa seja um endosso de sua relevância. Com o modelo corrente de acesso pago a artigos científicos há ainda fortes interesses comerciais ligados a ter um trabalho ou uma revista com maior quantidade de citações. Ademais, também há relatos de práticas antiéticas no sentido de induzir melhores medidas baseadas em citações não apenas para pesquisadores, mas também para revistas científicas.

Em contraposição ao padrão competitivo de pesquisas induzido pelo modelo tradicional da ciência, o modelo de Ciência Aberta valoriza a cooperação entre pesquisadores. Desse modo, a ênfase da divulgação da pesquisa não está concentrada na publicação final dos resultados de pesquisa, mas pode envolver também outras etapas, como o compartilhamento de dados e a própria elaboração das publicações referentes aos resultados. Assim, são necessárias novas métricas que permitam avaliar não apenas o alcance da divulgação pública das pesquisas, mas também o próprio processo da pesquisa.

Neste trabalho analisaremos por que as métricas tradicionais para a ciência não são adequadas para o modelo de Ciência Aberta. Também apresentaremos algumas métricas alternativas viabilizadas pelas tecnologias atuais que vêm sendo propostas para esse modelo, com base na avaliação direta da sociedade e na repercussão dos trabalhos em redes sociais.

Palavras-chave: Avaliação de pesquisa; Métricas; Bibliometria; Ciência Aberta; Métricas alternativas.

Abstract

Metrics are daily used to evaluate and compare quantities of different natures. In basic measures, such as distances expressed in meters and times expressed in minutes, or involving multiple variables, such as the decision of a financial institution to offer credit to a customer, metrics are present in the most diverse evaluation and decision-making situations.

In science it is no different. All scientific research is constantly evaluated, either at the conception stage, during the search for funding, or in the dissemination of its results, through publications in scientific journals. Researchers are also constantly evaluated, in aid applications, in contests or in evaluations for promotion.

Evaluation of science has been focused on the publication of research results. Initially, it was usual to have the simple amount of publications of a researcher as a metric. Since the advent of technology to record and process citations in scientific articles, accounting for the number of citations attributed to each article has become the basis for a broad set of indicators to assess the relevance of research, researchers, scientific journals, institutions and even countries.

Like the science model itself, metrics for the evaluation of research based on the number of publications and citations have been criticized. In relation to the counting of publications, questions are posed due to the emergence of "predatory" scientific journals and practices such as slicing research results down to the smallest publishable unit. Regarding the use of citations, it is not clear that every reference to another research paper is an endorsement of its relevance. With the current model of paid access to scientific articles, there are still strong commercial interests involved in having a paper or journal with more citations. In addition, there are also reports of unethical practices to induce better measures based on citations not only for researchers, but also for scientific journals.

In contrast to the competitive pattern of research induced by the traditional model of science, the Open Science model values cooperation among researchers. Thus, the emphasis of the dissemination of the research is not focused exclusively on the final publication of the research results, but may also involve other steps, such as data sharing and the preparation of the publications related to the results. Thus, new metrics are needed to assess not only the reach of the research results, but also the research process itself.

In this work, we will analyze why traditional metrics for science are not adequate for the Open Science model. We will also present some alternative metrics made feasible by the current technologies that have been proposed for this model, based on the direct evaluation of the research by the society and the repercussion of the research results on social networks.

Keywords: Research evaluation; Metrics, Bibliometrics; Open Science; Altmetrics.

Introdução

A definição de métodos para avaliar o desempenho está muito presente no nosso cotidiano. O termo «métrica» expressa cada um dos diferentes métodos utilizados para avaliar e comparar grandezas de distintas naturezas, enquanto o termo «medida» expressa um valor associado a uma métrica específica. Por exemplo, ao dizer que o recorde mundial de natação em piscinas de 50 metros para a distância de 100 metros em estilo livre é 46,91 segundos, há métricas envolvidas na avaliação da dimensão da piscina (métrica: distância em metros; medida: 50), na distância percorrida pelo nadador (métrica: novamente, distância em metros; medida: 100), no tempo gasto (métrica: tempo em segundos; medida: 46,91) e na própria definição do recorde, por meio da combinação dessas grandezas.

Na sociedade atual, métricas de avaliação de desempenho estão presentes nos mais distintos processos. Instituições financeiras avaliam o risco envolvido na concessão de créditos a clientes por meio de diversos indicadores, envolvendo diferentes medidas. Gestores avaliam a efetividade de programas avaliando indicadores antes e após as intervenções realizadas. Trabalhadores são avaliados no desempenho de suas funções por seus supervisores e estudantes têm a aprendizagem avaliada por seus instrutores. Universidades são comparadas por meio de diferentes critérios, como a formação de alunos e a produção de pesquisas, em distintos *rankings* publicados todos os anos.

Em ciência não é diferente. Toda a pesquisa científica é constantemente avaliada, seja na fase de concepção, durante a busca por financiamento, seja na divulgação de seus resultados, por meio das publicações em revistas científicas com avaliação pelos pares. Pesquisadores também são constantemente avaliados, em solicitações de auxílio, em concursos ou em avaliações para promoção. No entanto, as métricas utilizadas para avaliação da pesquisa científica têm sido alvo de contestações.

Neste trabalho apresentaremos as métricas tradicionalmente utilizadas na avaliação da pesquisa científica e o porquê têm sido alvo de críticas. Mais especificamente, analisaremos porque essas métricas são consideradas limitadas no modelo de Ciência Aberta, que busca maior transparência e cooperação no desenvolvimento de pesquisas científicas. Finalmente, apresentaremos algumas métricas alternativas viabilizadas pelas tecnologias atuais que vêm sendo propostas para esse novo modelo de ciência e discutiremos o alcance dessas métricas face aos objetivos da Ciência Aberta.

Avaliação tradicional da pesquisa científica

O desenvolvimento da pesquisa científica é tradicionalmente representado como um ciclo, capturando a noção de que a ciência é incremental e que cada pesquisa realizada agrega, idealmente, novas descobertas ao corpo de conhecimento existente nas diferentes áreas do conhecimento. Esse "corpo do conhecimento existente" é representado por meio dos resultados de pesquisa disseminados por meio das publicações científicas, que servem como base para a geração de hipóteses para a realização de novas pesquisas. Pesquisadores elaboram projetos, obtêm financiamento para conduzir suas pesquisas e, ao final, disseminam os resultados em novas publicações.

Não surpreendentemente, o foco central da avaliação da pesquisa científica tem sido a publicação dos resultados de pesquisa. O modelo de publicação científica dos resultados de pesquisa teve início com a publicação do *PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY*, na

Grã-Bretanha, em 1667, apresentando o resultado de pesquisas desenvolvidas nos dois anos anteriores. Após 350 anos, há mais de 28 mil revistas científicas com mais de 2,5 milhões de artigos publicados a cada ano, segundo dados de 2016 do SCIMAGO JOURNAL & COUNTRY RANKING¹.

Tal volume de publicações representa grande dificuldade para quem pretende avaliar o desempenho da pesquisa académica por meio das publicações. Já em 1952, o vice-diretor da *National Science Foundation* dos Estados Unidos da América expressava a preocupação com a grande quantidade de publicações e apontava aos bibliotecários a necessidade de desenvolver melhores métodos para separar o trigo da palha². Foi por volta dessa época que ganhou força o desenvolvimento da bibliometria, "um campo das áreas da biblioteconomia e da ciência da informação que aplica métodos estatísticos e matemáticos para analisar e construir indicadores sobre a dinâmica e evolução da informação científica e tecnológica de determinadas disciplinas, áreas, organizações ou países"³.

O indicador bibliométrico mais simples é a contagem do número de artigos publicados que um pesquisador, grupo, instituição ou país produziu⁴. No entanto, mesmo uma métrica aparentemente simples como esta é passível de controvérsias. Larsen, numa análise de artigos publicados em dois anos de conferências da *International Society for Informetrics and Scientometrics*, que utilizaram a contagem de publicações como indicadores em suas pesquisas, constatou que não havia uma única forma, consensual, de realizar essa contagem, sendo que a maior parte dos artigos (49 em 85) simplesmente não indicavam qual o método de contagem utilizada⁵. Diferenças podem ocorrer, por exemplo, quando uma instituição ou país aparecem mais de uma vez na lista de autores; na contagem inteira, a instituição (ou país) ganha um crédito na contagem mesmo que esteja associado a diversos autores, enquanto que na estratégia da contagem completa cada ocorrência na lista de autores acrescenta um crédito na contagem. Outras diferenças estão associadas na contagem para artigos com múltiplos autores, a depender se a contagem será inteira ou fracionada (um crédito dividido entre a quantidade de autores).

Desde o advento da tecnologia, que permitiu registrar e processar as citações em artigos científicos⁶, contabilizar a quantidade de citações atribuídas a cada artigo tornou-se a base para um amplo elenco de indicadores bibliométricos. Garfield, após a publicação em 1955 de seu trabalho seminal que apresentou os índices de citações para a ciência⁷, promoveu essa linha de avaliação com a fundação do *Institute for Scientific Information* em 1960 e sua publicação do *Science Citation Index* a partir de 1964, com dados desde 1961.

Ter essa disponibilidade de dados relativos às citações recebidas pelos artigos promoveu uma série de trabalhos sobre como a relevância de pesquisas científicas poderiam ser avaliadas por essa métrica. Price, em 1965, discorreu sobre como um «mapa» da literatura científica poderia ser delineado com esses dados e, com isso, a possibilidade de indicar a importância relativa de revistas, de países, de autores ou mesmo de artigos individuais em função da posição que eles ocupassem nesse mapa⁸. Cole argumentou sobre como a quantidade de citações refletia efetivamente o impacto do trabalho de pesquisadores individuais ao analisar que a média de citações recebidas por laureados com o Prémio Nobel era dez vezes superior à média recebida por todos os outros pesquisadores⁹. Essa avaliação de pesquisadores por meio das citações foi levada adiante por Hirsch que, ao propor o índice-h, argumentou que essa quantificação, mesmo que desagradável, é necessária para fins de avaliação e comparação, como em processos de contratação e promoção de docentes¹⁰.

Contagem de citações tornou-se, efetivamente, a métrica básica da pesquisa científica, sendo utilizada para avaliar a relevância de pesquisas¹¹, de revistas científicas¹², de instituições¹³ e até de países¹⁴.

A crise na avaliação da pesquisa científica

A utilização das métricas de contagem de publicações e de contagem de citações, apesar de ainda ser predominante na avaliação da pesquisa científica, desde sua concepção tem sido alvo de controvérsias.

Ter a simples contagem de artigos como critério de avaliação de uma pesquisa científica não é razoável, pois não é possível afirmar que cada artigo traz uma porção de contribuição igual à ciência¹⁵. Como essa métrica valoriza a quantidade em detrimento da qualidade, ela promove uma inflação que agrava o problema: quanto mais artigos são escritos, menos cada artigo conta e maior é a pressão para publicar mais¹¹. Uma prática de publicação indesejável observada nesse processo foi o encolhimento do comprimento dos artigos, resultando no surgimento da menor unidade publicável (*least publishable unit*), geralmente associada à fragmentação de dados⁴, prática essa conhecida pelo nome de fatiar o salame (*salami slicing*)¹⁶.

A valorização da contagem de publicações e a pressão por publicar mais deu margem também ao surgimento de revistas predadoras, que tem como modelo de negócio a publicação por um preço, com pouco ou nenhum controle de qualidade e sem transparência sobre seus processos e taxas¹⁷. Apesar da crítica em relação a esse tipo de veículo de disseminação, há quem destaque as contribuições para instituições menores advindas das publicações nessas revistas¹⁸.

No que se refere à utilização de citações, não é claro que toda a referência a um outro trabalho de pesquisa seja um endosso de sua relevância¹⁵. Com o modelo corrente de acesso pago a artigos científicos há ainda fortes interesses comerciais ligados a ter um trabalho ou uma revista com maior quantidade de citações¹⁹. Por exemplo, em relação ao indicador de fator de impacto, além de críticas relacionadas à forma de cálculo, há relatos de práticas antiéticas no sentido de induzir melhores medidas, como a «solicitação» a autores para que citem mais artigos de determinadas revistas científicas²⁰.

A pressão para obter melhores avaliações levou, infelizmente, a uma comunidade científica na qual práticas antiéticas tornaram-se correntes. Como o aumento das citações com referências ao próprio trabalho é fácil de detetar, alguns autores criam círculos de citações²¹. Há pesquisadores que manipulam o seu índice-h calculado pelo Google Académico por meio do mecanismo de combinar artigos, aumentando assim a quantidade de citações por unidade²¹. Há pesquisadores que são apresentados com a autoria de artigos²¹, emprestando seu nome e prestígio a trabalhos que não realizaram. Por outro lado, instituições que desejam melhorar suas avaliações nos diferentes *rankings* internacionais têm como professores associados pesquisadores de prestígio que nem conhecem a instituição²¹. Há relatos de vários artigos que foram publicados (e depois retirados) com o uso de falsos revisores, aproveitando a prática que alguns editores adotam de solicitar aos autores a indicação de potenciais revisores para os artigos submetidos.

Por todas essas questões, a credibilidade da ciência como um todo foi afetada. Por um lado, argumenta-se que grande parte da pesquisa que é publicada hoje é totalmente desnecessária,

sem contribuir com novos conhecimentos e de padrão simplesmente muito pobre²². Por outro lado, não há mais confiança de que os trabalhos publicados nas revistas académicas tragam a verdade científica, por conta da falta de rigor na seleção daquilo que é publicado²³.

Avaliação da pesquisa na Ciência Aberta

A principal resposta da comunidade científica a essa crise de credibilidade enfrentada pela ciência pode ser encontrada no modelo da Ciência Aberta. O argumento é de que as práticas antiéticas observadas na ciência só são possíveis porque as pesquisas, tradicionalmente, são desenvolvidas em um padrão de competição e de segredo, numa corrida para publicar primeiro. Em contraposição ao padrão competitivo de pesquisas induzido pelo modelo tradicional da ciência, o modelo da Ciência Aberta valoriza a transparência e a cooperação entre pesquisadores²⁴.

A Ciência Aberta só se tornou possível com o advento das ferramentas tecnológicas desta chamada Era da Informação²⁵. Os pilares da Ciência Aberta são o acesso aberto às publicações decorrentes de pesquisas e também o compartilhamento dos dados produzidos nas pesquisas que geraram as publicações. Aliado ao conceito de pesquisa reproduzível²⁶, que defende que os códigos de análise desses dados também sejam abertos, atinge-se um grau de transparência que permite detetar erros ou enganos nas análises e que desestimula a falsificação ou fabricação de dados.

A transparência na Ciência Aberta é defendida também na avaliação dos trabalhos submetidos para publicação, por meio do modelo de revisão por pares aberta (*open peer review*). Este termo abrange diversos modelos que se contrapõem ao modelo tradicional de revisão cega ou duplamente cega²⁷. No caso mais simples trata-se apenas da divulgação dos nomes dos autores e dos revisores de um artigo. Em algumas revistas científicas que adotam esse modelo de revisão há também a divulgação das posições dos revisores e de suas avaliações, bem como das respostas dos autores, havendo ainda a possibilidade ter comentários da comunidade para essas avaliações.

No que se refere às métricas para a avaliação da pesquisa na Ciência Aberta, os indicadores bibliométricos são complementados por indicadores baseados em outras métricas, quais sejam: a Webometria, a Altméria e a Semantometria.

A Webometria surgiu praticamente após a disseminação da *World Wide Web*, trazendo como princípio a aplicação das medidas da bibliometria tradicional para os conteúdos da *Web*, com páginas *Web* no papel dos documentos e os *hyperlinks* atuando como citações²⁸. No entanto, a dinâmica associada aos conteúdos na *Web*, bem como a fluidez nas fronteiras institucionais associadas aos domínios *Web* que abrigam esses conteúdos, tornam complexa a compreensão dos resultados de indicadores webométricos, com muitos estudos não conclusivos sobre a correlação entre a Webometria de páginas com trabalhos académicos e a análise de citações²⁹. As tecnologias da *Web Semântica*, que incorporam metadados processáveis por *software* aos conteúdos *Web*, trazem a possibilidade (ainda não realizada) de termos análises webométricas mais robustas, com a criação de novas técnicas e ferramentas.

A Altméria é o estudo e o uso de medidas de impacto académico baseadas na atividade em ambientes e ferramentas online³⁰. Algumas revistas científicas, como a *Scientific Data*³¹, já adotam divulgar o «escore altimétrico» juntamente com a quantidade de citações recebidas por seus artigos. Esse escore reflete, por meio de um cálculo com ponderações, a atenção

recebida pelo artigo em sítios de notícias *online*, em blogues científicos, na Wikipedia, em postagens no Google+, no Twitter, no Facebook e em outras redes sociais ou blogues. Essa monitoração e o correspondente cálculo são realizados por uma empresa, de nome Altmetric³².

Além das implicações que a dependência em relação à atuação de uma empresa pode ter, como se observa atualmente em relação ao papel que as empresas que coletam citações exercem na avaliação da pesquisa pela bibliometria, há outras limitações reconhecidas da Altmetric³³. Em primeiro lugar, ela não conta toda a história sobre o resultado da pesquisa, sendo (quando muito) um complemento da revisão por pares e de métricas baseadas em citações. Não há, tampouco, uma clara compreensão sobre o seu significado, sendo necessária a realização de mais pesquisas sobre o seu uso; enquanto isso não ocorre, esse indicador deve ser usado e interpretado com cuidado. Finalmente, como ocorre com os indicadores bibliométricos tradicionais, o escore alométrico não está isento de ser manipulado: qualquer um com tempo e com amigos pode influenciar artificialmente os indicadores alométricos para sua pesquisa.

A Semantometria estabelece uma métrica que leva em conta a rede de citações e o conteúdo completo de artigos³⁴. Em princípio, a contribuição de um artigo é diretamente proporcional à distância semântica entre o *corpus* de artigos que o artigo cita e o *corpus* de artigos que citam o artigo. O argumento é que artigos que estabelecem uma ponte entre áreas mais distantes do conhecimento são os que trazem maior contribuição. Essa distância semântica é avaliada automaticamente pela análise do texto completo, usando as mesmas técnicas desenvolvidas para as estratégias de recuperação da informação.

A Semantometria, como toda a métrica ainda recente, demanda mais pesquisas para esclarecer o que esse escore de contribuição semantométrico representa e como ele pode complementar os indicadores tradicionais. Entre as limitações relacionadas a essa métrica, destacam-se a dificuldade de definir os dois conjuntos (*corpus*) de artigos citados e citantes, numa era em que nem todos os artigos são disponíveis em acesso aberto; e o alto grau de processamento demandado para o cálculo do indicador para cada artigo, muitas ordens de grandeza superior à simples contagem de citações utilizada no cálculo dos indicadores bibliométricos tradicionais.

Discussão

O modelo da Ciência Aberta defende uma ampla transparência na realização das pesquisas científicas. Entre outros aspetos, isto implica que a ênfase da divulgação da pesquisa não esteja concentrada apenas na publicação final dos resultados de pesquisa, mas que envolva também o compartilhamento de dados³⁵ e a própria elaboração das publicações referentes aos resultados³⁶. No entanto, o que se observa nos modelos atuais de avaliação propostos para a Ciência Aberta é que todos eles estão ainda muito focados na avaliação que ocorre com a publicação da pesquisa.

Essa limitação é artificial. São necessárias novas métricas que permitam avaliar não apenas o alcance da divulgação pública das pesquisas, mas também o próprio processo da pesquisa. Se analisarmos o conjunto de ferramentas que apoia a realização da pesquisa na Ciência Aberta, como o do *Open Science Framework*³⁷, o que podemos observar é que, desde as fases de concepção da pesquisa, é possível angariar dessas ferramentas outras medidas, que podem

servir como base para avaliar a contribuição de uma pesquisa (e, consequentemente, de pesquisadores) à comunidade científica sem depender da publicação final de um resultado. Quem sabe se, com tal reconhecimento, a pressão pela velocidade e pela quantidade de publicações não seria reduzida, tendo como resultado colateral a volta de publicações apenas com relevância?

Por fim, cabe lembrar o mote da Ciência Aberta, como expresso no sítio do governo português³⁸: o conhecimento é de todos e para todos. No entanto, se recordarmos o modelo de translação do conhecimento³⁹ apresentado nas XII Jornadas APDIS e atualizado na Figura 1, todas as métricas propostas para a avaliação da Ciência Aberta ainda estão limitadas ao domínio da comunidade científica. Urge que outras formas de avaliação das pesquisas, que permitam avaliar o impacto de cada pesquisa na sociedade como um todo (e não apenas na comunidade científica), sejam criadas, a exemplo do Índice de Relevância Clínica da Informação⁴⁰, que avalia o impacto da pesquisa na prática clínica de profissionais da saúde.



Figura 1. Modelo de translação do conhecimento.

Agradecimentos

O autor agradece à APDIS pelo apoio recebido para apresentar esta palestra como *keynote speaker* nas XIII Jornadas.

Referências bibliográficas

1. SCImago. SJR — SCImago Journal & Country Rank. 2007. Available from: <http://scimagojr.com/journalrank.php>

2. Sunderlin C. The future of science libraries. *Bull Med Libr Assoc.* 1952;40(2):147-52.
3. Wikipedia. Bibliometria [Internet]. 2017. Available from: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Bibliometria>
4. King J. A review of bibliometric and other science indicators and their role in research evaluation. *J Inf Sci.* 1987;13(5):261-76.
5. Larsen PO. The state of the art in publication counting. *Scientometrics.* 2008;77(2):235-51.
6. Garfield E. Preliminary report on the mechanical analysis of information by use of the 101 statistical punched card machine. *Am Doc.* 1954;5(1):7-12.
7. Garfield E. Citation indexes for science. *Science.* 1955;122(3159):108-11.
8. Price DJ. Network of scientific papers. *Science.* 1965;149(3683):510-5.
9. Cole JR. Patterns of intellectual influence in scientific research. *Sociol Educ.* 1970;43(4):377-403.
10. Hirsch JE. An index to quantify an individual's scientific research output. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2005;102(46):16569-72.
11. Margolis J. Citation indexing and evaluation of scientific papers. *Science.* 1967;155(3767):1213-9.
12. Garfield E. Citation analysis as a tool in journal evaluation. *Science.* 1972;178(4060):471-9.
13. Van Raan AF. Fatal attraction: conceptual and methodological problems in the ranking of universities by bibliometric methods. *Scientometrics.* 2005;62(1):133-43.
14. May RM. The scientific wealth of nations. *Science.* 1997;275(5301):793-6.
15. Gilbert GN. Measuring the growth of science: a review of indicators of scientific growth. *Scientometrics.* 1978;1(1):9-34.
16. Mojon-Azzi SM, Mojon DS. Scientific misconduct: from salami slicing to data fabrication. *Ophthalmologica.* 2004;218:1-3.
17. Clark J, Smith R. Firm action needed on predatory journals. *BMJ.* 2015;350:h210.
18. Pyne D. The rewards of predatory publications at a small business school. *J Sch Publ.* 2017;48(3):137-60.
19. Herther NK. Research evaluation and citation analysis: key issues and implications. *Electron Libr.* 2009;27(3):361-75.
20. Dong P, Loh M, Mondry A. The 'impact factor' revisited. *Biomed Digit Libr.* 2005;2(1):7.
21. Oravec JA. The manipulation of scholarly rating and measurement systems: constructing excellence in an era of academic stardom. *Teach High Educ.* 2017;22(4):423-36.
22. Persson CP, Kusnitzoff JU. Crisis in basic research: scientists publish too much. *ScienceNordic* [Internet]. 2017 Feb 13. Available from: <http://sciencenordic.com/crisis-basic-research-scientists-publish-too-much>

23. Kirchherr J. Why we can't trust academic journals to tell the scientific truth. The Guardian [Internet]. 2017 Jun 6. Available from: <https://www.theguardian.com/higher-education-network/2017/jun/06/why-we-cant-trust-academic-journals-to-tell-the-scientific-truth>
24. Todd M. Q & A: Open science. Chem Aust. 2010;77(5):22-5.
25. National Science Foundation. Changing the conduct of science in the information age. Alexandria, VI: NSF; 2011. Available from: <https://www.nsf.gov/pubs/2011/oise11003/oise11003.pdf>
26. Yale Law School Roundtable on Data and Code Sharing. Reproducible research: addressing the need for data and code sharing in computational science. Comput Sci Eng. 2010;12(5):8-13.
27. Ross-Hellauer T. What is open peer review? A systematic review. F1000Research [Internet]. 2017;6(1):588. Available from: <https://f1000research.com/articles/6-588/v2>
28. Almind TC, Ingwersen P. Informetric analyses on the world wide web: methodological approaches to 'webometrics'. J Doc. 1997;53(4):404-26.
29. Thelwall M, Vaughan L, Björneborn L. Webometrics. Annu Rev Inf Sci Technol. 2006;39(1):81-135.
30. Priem J. Altmetrics. In: Cronin B, Sugimoto CR, editors. Beyond bibliometrics: harnessing multidimensional indicators of scholarly impact. Cambridge, MA: The MIT Press; 2014. p. 263-87.
31. Wilkinson MD, Dumontier M, Aalbersberg IJ, Appleton G, Axton M, Baak A, et al. The FAIR guiding principles for scientific data management and stewardship. Sci Data. 2016;3:160018.
32. Altmetric. Who's talking about your research? [Internet]. 2017. Available from: <https://www.altmetric.com/>
33. Altmetric. What are altmetrics? [Internet]. 2017. Available from: <https://www.altmetric.com/about-altmetrics/what-are-altmetrics/>
34. Knoth P, Herrmannova D. Towards semantometrics: a new semantic similarity based measure for assessing a research publication's contribution. D-Lib Mag. 2014;20(11):1-6.
35. Tenopir C, Dalton ED, Allard S, Frame M, Pjesivica I, Birch B, et al. Changes in data sharing and data reuse practices and perceptions among scientists worldwide. PLoS One. 2015;10(8):e0134826.
36. Bon M, Taylor M, McDowell GS. Novel processes and metrics for a scientific evaluation rooted in the principles of science – Version 1. Self-Journals Sci. 2017 Jan 26. Available from: <http://www.sjscience.org/article?id=580>
37. Open Science Framework. OSF home [Internet]. 2018. Available from: <https://osf.io/>
38. Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior. Ciência Aberta [Internet]. Lisboa: MCTES; 2018. Available from: <http://www.ciencia-aberta.pt/>

39. Ricarte IL, Galvão MC, Carmona F, Santos DA. Citações e fator de impacto não refletem relevância clínica da informação em saúde. In: XII Jornadas APDIS [Internet]. Lisboa: Associação Portuguesa de Documentação e Informação em Saúde; 2016. Available from: <http://apdis.pt/publicacoes/index.php/jornadas/article/view/100/134>
40. Galvão MC, Ricarte IL, Grad RM, Pluye P. The Clinical Relevance of Information Index (CRII): assessing the relevance of health information to the clinical practice. Health Inf Libr J. 2013;30(2):110-20.

Notas biográficas

Ivan Luiz Marques RICARTE. Professor Titular da Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), em Limeira, Brasil, onde atua nos cursos de graduação e de pós-graduação em Sistemas de Informação. Tem graduação e mestrado em Engenharia Elétrica pela Unicamp e Ph.D. em Engenharia pela University of Maryland at College Park (EUA). Os seus interesses de pesquisa envolvem a utilização das tecnologias da informação na resolução de demandas informacionais em outras áreas do conhecimento, com ênfase na saúde, na educação e na linguística. Por um ano esteve como professor visitante junto à Faculty of Medicine da McGill University (Canadá). Recebeu, durante as XII Jornadas APDIS em 2016, o Prémio Lucília Paiva pela melhor comunicação oral com o trabalho CITAÇÕES E FATOR DE IMPACTO NÃO REFLETEM RELEVÂNCIA CIENTÍFICA DA INFORMAÇÃO EM SAÚDE.